

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 10 月 6 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26861587

研究課題名(和文) バイオアクティブガラスのう蝕抑制能を各種イオンと中和作用の両面から解明する

研究課題名(英文) Ions and neutralization of carious inhibition in bio-active-glass

研究代表者

角田 晋一 (Kakuda, Shinichi)

北海道大学・歯学研究科・助教

研究者番号：70707025

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、歯質の溶解現象はフッ素の多寡により抑制されるものではないことが観察されたと同時に、歯質の周辺環境のうち酸性度という因子に歯質の溶解量は影響されると考えられた。充填材を用いたう蝕予防は、歯科の教科書にも載るスタンダードな処置である。各種材料などの市販材料について、本研究のような比較検討を行うことにより、材料ごとの特性をより深く理解することは、疾病予防に携わる歯科医師にとって重要な情報となると考えられる。

研究成果の概要(英文)： A phenomenon of tooth dissolution was not inhibited by the amount of fluoride. At the same time, the factor of acidity among the surrounding environment of the tooth was considered to be affected by the amount of the tooth's dissolution.

Caries prevention using pit and fissure sealant is a standard procedure in dental textbooks. It is thought that it becomes important information for the dentist who is involved in preventive dentistry to understand the characteristic of each material more deeply by comparing about the commercially available material.

研究分野：歯科保存学

キーワード：バイオアクティブガラス う蝕予防 シーラント材 中和作用 SEM フッ素 カルシウム イオン

### 1. 研究開始当初の背景

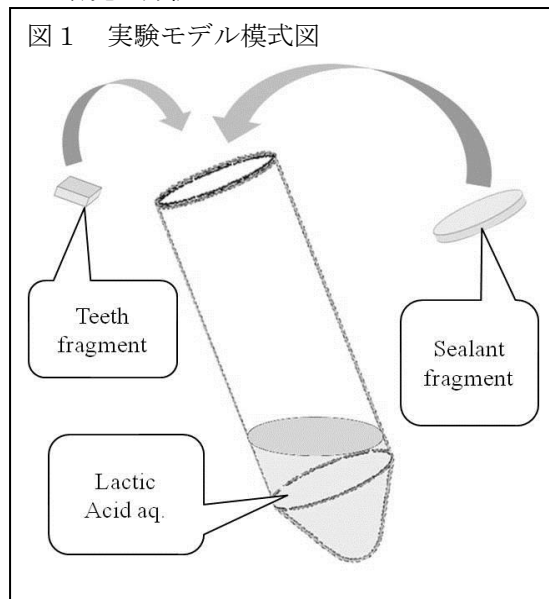
GI (ガラスアイオノマー) 歯科材料を用いたう蝕治療及びう蝕予防は、その予後が良いと考えられている。多くの研究においてフッ素濃度について着目される一方で、フッ素と共に酸性度への作用を同時に考慮する必要があると言われていた。しかし適当な実験モデルが見つかっておらず、フッ素イオンと酸性度さらにはその他のイオンは、同時かつ客観的に検討されて来なかった。

申請者が行った予備実験では、本邦ではう蝕予防に用いられる Sealant 材 (小窩裂溝充填塞材) と歯質試料とを酸に一週間浸漬したところ、①シーラント材を含まない実験での歯質脱灰に比べて、②GI を含有すると歯質は保存されていた。う蝕は酸による脱灰から誘発されると考えられている。従って予備実験では、中和による脱灰抑制作用が効果的であった。

### 2. 研究の目的

申請者らの実験モデルであればフッ素イオンと酸性度さらにはその他のイオンを、同時かつ客観的に検討することが可能であると考えられる。そこで、「酸性度」「各種イオン濃度」「歯質」の項目の時間経過に伴う動態を単一の実験モデルの下で検証することにより、GI が歯質に及ぼす効果の解明を目的として検討を行った。

### 3. 研究の方法



歯質と歯科材料を酸性溶液に浸漬する実験モデルを行った (図1参照)。浸漬期間中における日々の酸性度変化を追跡し、浸漬期間終了後に溶液内のフッ素イオン及びその他金属イオン濃度を分析した。分析には、pHメータ、フッ素メータ、プラズマ誘導発光分光分析を用いた。浸漬を終了した歯質試料と歯科材料試料の超微小形態学的観察 (走査電子顕微鏡) を行った。歯質についてはエナメル質と象牙質についてそれぞれの検討を行った。また、歯科材料として Sealant 材および保存修復材料を使用した。歯科材料は、市

販のフッ素等のイオンを放出する非 GI 高分子材料と GI 材およびコンポマーそして試作 GI を用いた。

### 4. 研究成果

測定開始から酸性度を測定すると同時に、最終的な、すなわち7日間経過後における各種イオンの溶出量を測定した (図2)。これらは、歯質とシーラント材からの溶出量である。一方で、歯質を含まない場合の測定値を次に示す (図3)。例えば、図中に「TM」と表記している材料では、図2ではナトリウム、リン、カルシウムで溶出が確認されるものの、図3、すなわち歯質を含まない場合では確認されず、「TM」単味には含有されないことが示されている。

同様に、図2と図3を「BS」材料および「IIILC」材料で比較すると、それぞれの材料ではカルシウムがほぼ溶出ししないにもかかわらず (図3)、歯質を含む実験系列 (図2) では微量のカルシウム溶出を認めた。しかしながらこれらの溶出量について図2と比較すると、「TM」で最も多く測定され、「BS」と「IIILC」ではごく微量が測定された。なお、図2中の「LA」とは、歯科材料を含まない場合のことであり、他と同条件で歯質片を酸に漬け込んだものである。その場合、カルシウムは TM ほど多くはないが、BS や IIILC よりは多くが測定された。

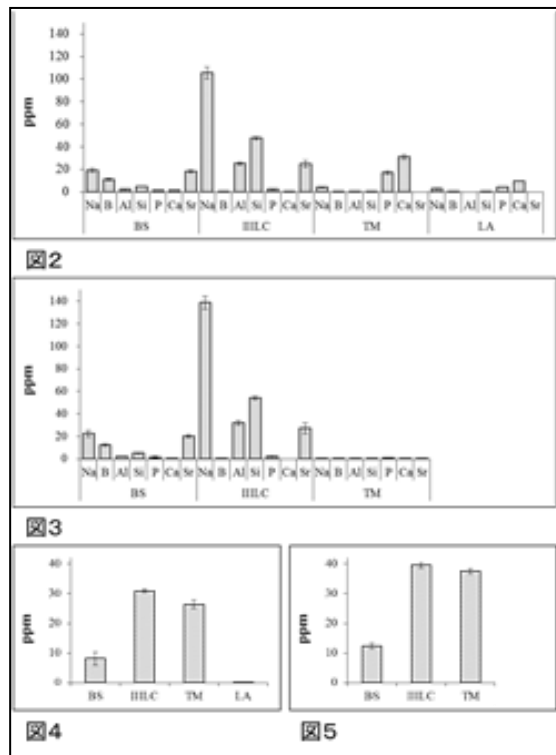


図4と図5はフッ素についてその7日後濃度を測定したものである。フッ素測定は、図2図3と異なる測定法を用いる必要があるため、別の図として掲示した。

図4で分かることは、「BS」からのフッ素溶出量が「IIILC」や「TM」からの溶出量よりも少ないことである。図5は歯質を含まない系列での測定である。図4よりも、やや多

いフッ素溶出が測定されたが、これは今後の検討課題としたい。

図2と図4を比較したところ、材料からのフッ素溶出の多寡と、歯質からのカルシウム溶出の程度に関係性は認めなかった。

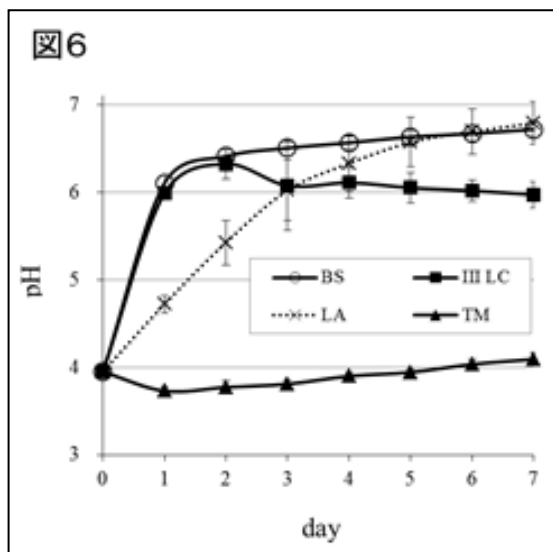


図6は日々測定した酸性度の変化のグラフである。酸性度は、「BS」と「III LC」で速やかに上昇し、「LA」では緩やかに上昇し、「TM」はあまり上昇していない。

このことを、材料の有無と言う観点から解釈することができる。すなわち、「LA」で示すように、酸に歯質を浸漬した場合には、歯質が酸を中和し、酸性度が上昇している。これに比較し、「BS」と「III LC」で酸性度が速やかに上昇するのは、材料の作用によるものと考えられる。一方で「TM」は材料が存在することにより酸性度は低く維持されている。

以上の内容から、歯質の溶解現象は、フッ素の多寡により抑制されるものではないことが観察されたと同時に、歯質の周辺環境のうち酸性度という因子に歯質の溶解量は影響されると考えられた。

填塞材を用いたう蝕予防は、歯科の教科書にも載るスタンダードな処置である。各種材料などの市販材料について、本研究のような比較検討を行うことにより、材料ごとの特性をより深く理解することは、疾病予防に携わる歯科医師にとって重要な情報となると考えられる。

#### 参考文献

Buffering or non-buffering; an action of pit-and-fissure sealants. Kakuda S *et al.*. *J Dent.*. 2015 Oct;43:1285-9.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### [雑誌論文] (計 8 件)

1. The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. Saikaew P, Chowdhury AF, Fukuyama M,

Kakuda S, Carvalho RM, Sano H. *J Dent.* 2016 Apr ; 47:63-70. doi: 10. 1016 /j. jdent. 2016. 02. 001.

2. 象牙質湿潤状態がユニバーサルボンドの接着性能に及ぼす影響 勝俣 愛一郎, 門脇 佳孝, 川野 晋平, 丁 世俊, 角田 晋一, 星加 修平, 池田 考績, 田中 享, 佐野 英彦 *日本歯科保存学雑誌* 59(1) 32-39 2016年
3. Buffering or non-buffering; an action of pit-and-fissure sealants. Kakuda S, Sidhu SK, Sano H. *J Dent.* 2015 Oct; 43 (10):1285-9. doi: 10.1016/ j. jdent. 2015. 06. 013.
4. Microtensile bond strength of a newly developed resin cement to dentin. Kawano S, Fu J, Saikaew P, Chowdhury AA, Fukuzawa N, Kadowaki Y, Kakuda S, Hoshika S, Nakaoki Y, Ikeda T, Tanaka T, Sano H. *Dent Mater J.* 2015; 34(1): 61-9. doi: 10.4012/dmj. 2014-122.
5. Effect of remaining dentin thickness on microtensile bond strength of current adhesive systems. Ting S, Chowdhury AA, Pan F, Fu J, Sun J, Kakuda S, Hoshika S, Matsuda Y, Ikeda T, Nakaoki Y, Abe S, Yoshida Y, Sano H. *Dent Mater J.* 2015;34(2):181-8. doi: 10.4012/dmj. 2014-130.
6. Bond performance of "Touch and Cure" adhesives on resin core systems. Kadowaki Y, Kakuda S, Kawano S, Katsumata A, Ting S, Hoshika S, Ikeda T, Tanaka T, Carvalho RM, Sano H. *Dent Mater J.* 2016;35(3):386-91. doi: 10.4012/dmj. 2015-330.
7. 1ステップ型接着システムによる臨床的スミヤー層の除去能とその接着性能 福澤尚幸, 福岡杏理, 角田 晋一, 池田考績, 田中享, 井上哲, 佐野英彦 *接着歯学* 33(1) 6-16 2015年4月
8. Inhibition of enamel demineralization by buffering effect of S-PRG filler-containing dental sealant. Kaga M, Kakuda S, Ida Y, Toshima H, Hashimoto M, Endo K, Sano H. *Eur J Oral Sci.* 2014 Feb;122(1):78-83. doi: 10.1111/eos. 12107.

#### [学会発表] (計 12 件)

1. Shimpei Kawano, Yu Toida, Shihchun Ting, Pipop Saikaew, Abu Faem Mohammad Chowdhury, Shinichi Kakuda, Shigeaki Abe, Yasushi Shimada, Denis Selimovic, Yasuhiro Yoshida, Hidehiko Sano, Pulp Responses to Direct Pulp Capping Material Contains Phosphorylated Pullulan. The 95th General Session & Exhibition of the IADR, was held in conjunction with the 46th Annual

- Meeting of the AADR and the 41st Annual Meeting of the CADR San Francisco, Calif., (USA), March 22-25, 2017
2. S. Kakuda, S. Hoshika, Y. Kadowaki, N. Fukuzawa, S. Kawano, S. Ting, A. Katsumata, A. Chowdhury, P. Saikaew, J. Sun, E. Seitoku, K. Okuyama, C. Kawamoto, T. Ikeda, T. Tanaka, D. Selimovic, R. Carvalho, H. Sano. Fluoride releasing and recharging of glass-ionomer in contemporary restorative-material. 47th CED-IADR Meeting/ Scandinavian Division Meeting, Antalya, (Turkey), 15-17 October, 2015
  3. Chowdhury AFM A, Saikaew P, Ting S, Kawano S, Fukuzawa N, Kakuda S, Sano H. Bonding Efficacy of a Universal Adhesive in Different Etching Methods. Abstract: A02, The 6th International Congress on Adhesive Dentistry. Bangkok, (Thailand), 30January - 01February, 2015
  4. Sun JH, Seitoku E, Kakuda S, Hoshika S, Sano H. Micro-tensile Bond Strength of 1-step and 2-step Adhesive to Human and Bovine Coronal Dentin. Abstract: A05, The 6th International Congress on Adhesive Dentistry. Bangkok, (Thailand), 30January - 01February, 2015
  5. Seitoku E, Sun JH, Abe S, Hoshika S, Kakuda S, Yoshida Y, Sano H. Viscosity Effect of Adhesive System on Resin-Dentin Microtensile Bond Strength. Abstract: A07, The 6th International Congress on Adhesive Dentistry. Bangkok, (Thailand), 30January - 01February, 2015
  6. Saikaew P, Chowdhury AFM A, Kawano S, Kakuda S, Sano H. Microtensile Bond Strength of a Universal Adhesive with Different Application Protocols. Abstract: PC01, The 6th International Congress on Adhesive Dentistry. Bangkok, (Thailand), 30January - 01February, 2015
  7. S. Kakuda, S. Ting, S. Hoshika, Y. Yoshida, and H. Sano. Neutralization-Property of Conservative Pits and Fissure Sealant. Abstract: 626, IADR/PER Congress, Dubrovnik, (Croatia), 10-13 September, 2014
  8. S. Ting, A. F. M. A. Chowdury, P. Saikaew, S. Kakuda, S. Hoshika, T. Ikeda, and H. Sano. Relationship Between Dentin Depth And Bonding Strength Over Time. Abstract:572, IADR/PER Congress, Dubrovnik, (Croatia), 10-13 September, 2014
  9. 象牙質湿潤状態がユニバーサルボンドの接着性能に及ぼす影響. 勝俣 愛一郎, 門脇 佳孝, 川野 晋平, 丁 世俊, 角田 晋一, 星加 修平, 池田 考績, 田中 享, 佐野 英彦 特定非営利活動法人日本歯科保存学会学術大会, 栃木県総合文化センター (栃木県宇都宮市) 2016年
  10. 歯質への作用時間を0秒とした場合の象牙質接着性の検討 サイケオ・ピポップ, チョウドリー・A.F.M.A., 福山 麻衣, 川野 晋平, 角田 晋一, 星加 修平, 佐野 英彦 特定非営利活動法人日本歯科保存学会学術大会, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 (福岡県北九州市) 2015年6月
  11. 1ステップ型接着システムによる臨床的スミヤー層の除去能とその接着性能. 福澤尚幸, 福岡杏理, 角田 晋一, 池田考績, 田中享, 井上哲, 佐野英彦 接着歯学会, タワーホール船堀, (東京都江戸川区), 2015年
  12. 2種の新規象牙質接着材の微小引張り強さ チョウドリー・A.F.M.A., サイケオ・ピポップ, 丁 世俊, 福澤 尚幸, 川野 晋平, 角田 晋一, 星加 修平, 佐野 英彦 特定非営利活動法人日本歯科保存学会学術大会, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 (福岡県北九州市) 2015年6月
- [図書] (計 0件)
- [産業財産権]
- 出願状況 (計 0件)
- 取得状況 (計 0件)
- [その他]  
ホームページ等 なし
6. 研究組織  
(1)研究代表者  
角田 晋一 (KAKUDA, Shinichi)  
北海道大学・大学院歯学研究科・助教  
研究者番号: 70707025